COMMENTATIONES

SOCIETATIS REGIAE SCIENTIARVM GOTTINGENSIS

RECENTIORES

CLASSIS MATHEMATICAE

TOM. III.

MAYER, J. T.

COMMENTATIO
DE
VSV ACCVRATIORI ACVS INCLINATORIAE MAGNETICAE

RECITATA IN CONSESSV SOC. REGIAE SCIENTIARVM

DIE II. APRILIS MDCCCXIV.

AVCTORE

I O. TOBIA MAYER.

§. I.

1. Ad inclinationem ſeu obliquitatem acus magneticae verſus planum horizontale obſeruatoris, ea, qua par eſt, exactitudine determinandam, varia inuenta ſunt inſtrumenta ſic dicta *Inclinatoria*, inter quae potiſſimum et illa ſolent laudari, quae iuxta theoriam a Cel. *Dan. Bernoulli* exhibitam primum conſtruxit b. *Brander*, artifex quondam peritiſſimus Auguſtae Vindelicorum.

2. Haec inſtrumenta duobus gaudent limbis diviſis, áltero maiori EHF (Fig. I.) ſuper quem acus QP more ſolito inclinationem ſuam oſtendit, ſi ante magnetiſationem bene aequilibrata eſt, et altero minori ABCD, qui acui ipſae adfixus eſt, annulusque aequationis vocatur. Centra horum limborum coincidere debent cum puncto per quod tranſit axis gyrationis acus. Super annulum

aequationis moueri poteſt peculiaris index OI admodum levis, et ſicut in horologiis, leviuſcula duntaxat frictione verſatilis circa axem dictum gyrationis, eum in finem, vt ſi acus, antequam magnetiſata eſt, in hunc vel illum ſitum obliquum QOP redigatur, ope illius indicis effici poſſit, vt acus in illo ſitu perſeueret, adeoque index exacte aequilibrium teneat cum acu, quo caſu ſimul notari poteſt poſitio indicis ſuper annulo aequationis diuiſo.

3. In hoc ſitu dicto index cum linea verticali OH eundem ſemper angulum conſtitueret, quem acus cum linea horizontali facit, dummodo effici poſſit, vt axis gyrationis perfecte tranſeat per commune centrum gravitatis acus et annuli, quemcunque etiam ſitum acus habeat. Cum vero hoc poſterius cum ſumma praeciſione obtineri nequeat, notetur, antequam acus vi magnetica imbuitur, pro qualibet inclinatione acus, reſpondens poſitio indicis OI cum acu aequilibrantis, et tabula conſtruatur, in quam illae poſitiones obſeruatae transferantur. Haec tabula, a Cel. *Dan. Bernoulli* tabula aequationis vocatur. Acu deinceps valide magnetiſata, et in meridiano magnetico conſtituta, eaedem obſeruationes repetantur, atque ea acus obliquitas, quae vtroque caſu eidem indicis poſitioni reſpondet, iuxta theoriam Bernoullianam veram exhibebit inclinationem acus magneticae in loco obſeruationis.

§. II.

1. Haec methodus Bernoulliana conſtruendi acum inclinatoriam, eum habet finem, vt omnes inaequalitates, quae in rotatione acus circa axem ſuum horizontalem, ob aliqualem eius deuiationem a centro grauitatis, ob incuruationem quandam acus forte pertimeſcendam, et ob defectum cylindricitatis perfectae axis ipſius enaſci poſſent, ope illius indicis et tabulae aequationis corrigi et remoueri queant.

2. Theo-

2. Theoriam huius methodi praeter *Bernoullium* ipſum, optime expoſuerunt Cel. *Krafft* in *Actis Ac. Petropolit.* pro anno 1778. P. II. pag. 170, et Cel. *Alb. Euler* (*Hiſtoire de l'Ac. de Berlin* Ann. 1755) ubi ſimul data eſt breuis deſcriptio et effigies inclinatorii iuxta haec principia conſtructi. Simile inſtrumentum exhibuit *Brander* in libello *Beſchreibung eines magnetiſchen Declinatorii und Inclinatorii.* Augsb. 1779.

3. Praeter methodum expoſitam hoc idem inclinatorium iuxta Cel. *Krafft* aliis quoque modis adhiberi poteſt, ad acus inclinationem eruendam, dummodo placeat magnetismum acus vel notabiliter imminuere, vel adeo inuertere, ita vt polus eius borealis abeat in auſtralem.

Imbuatur ſc. primum acus magnetismo quantum fieri poteſt valido, et obſeruentur in meridiano magnetico duae quaedam poſitiones indicis et acus reſpondentes. Tunc magnetismus acus vel notabiliter imminuatur, vel adeo inuertatur, et denuo obſeruentur duae eiusmodi poſitiones reſpondentes acus et indicis. Cognitis hoc modo duobus eiusmodi pariis obſeruationum, ex illis, iuxta formulam ab auctore traditam, vera erui poteſt inclinatio acus, absque omni adminiculo tabulae cuiusdam aequationis, cuius conſtructio ſemper admodum operoſa eſt, ſi eam per totam ſuam extenſionem ſat praeciſam eſſe velis. Ita per hanc methodum moleſtiſſima pars operationum cum hoc inclinatorio inſtituendarum, conſtructio ſc. tabulae aequationis feliciſſime ſublata eſſe videtur.

4. Interim quantumuis ingenioſa ſit conſtructio acus inclinatoriae dictae, illa tamen mihi ob nimiam eius complicationem in praxi ſemper diſplicuit, immo in determinandis obliquitatibus acus magneticae, omnibus licet cautelis adhibitis, vix maiorem mihi permiſit exactitudinem, quam alia inſtrumenta ſimpliciora, dummodo debitis cautelis erant conſtructa. Idem expertus eſt *Mallet* in itinere, quo eius modi inclinatorio uſus erat. (*Comm. Petrop.* T. XIV. P. II. 1770.)

5. Quod

5. Quod attinet ad methodum illam a Cel. *Krafft* traditam, computandi sc. inclinationem magneticam ex obseruationibus quibusdam, institutis sub magnetismo acus variato, haec ingeniosa quidem, sed multis erroribus obnoxia est, cum admodum difficile sit, super annulo aequationis diametri tam exiguae, quam in hisce instrumentis esse solet, positiones indicis tam accurate obseruare, quam ad hanc methodum requiri videtur. Praeterea et calculus ipse, ab auctore traditus, paululum prolixus, atque hinc ad praxin molestus est.

§. III.

Maxima pars dissensuum, quos in obseruationibus repetitis inclinationis magneticae uno eodemque loco et tempore, deprehendimus, praecipue si obseruationes cum diuersis acubus instituantur, iuxta meam experientiam, frictioni acuum potissimum est adscribenda. Huic sese iungunt errores, qui ab excentricitate acuum respectu limbi diuisi, a positione centri grauitatis earundem, a deuiatione instrumenti respectu meridiani magnetici et a graduationibus limbi proficiscuntur. Sed hi posteriores cognitis methodis haud difficulter detegi et in computum duci possunt. Inaequalitates vero frictioni debitae, vti patet, et per constructionem acus Bernoullianam s. Branderianam non euitantur, immo potius augentur, ob pondus annuli aequationis quo acus grauatur. Omnes reliquae errores et huic instrumento inhaerent, quibus praeterea accedunt illi, qui in obseruatione positionum respondentium indicis et acus tam facile committi possunt.

§. IV.

1. Ad frictionem axeos, circa quem acus inclinatoria sursum deorsumque mouetur, minuendam, artifices interdum vsi sunt rotulis sic dictis volutoriis (*Frictionsrollen*, *Rollscheiben*) quibus imponunt axem dictum, ita vt situm horizontalem teneat, simulque per centrum limbi diuisi transeat.

2. Eius

2. Eiusmodi inclinatoria vidi a Cel. artificibus *Nairne* et *Blunt* confecta. Verum et haec inſtrumenta ſuis laborant vitiis et incommodis, quemadmodum patet ex obſeruationibus Cel. *Wales* (Aſtronomical obſerv. made in a courſe of voyage towards the South Pole. London 1777. p. 51) aliorumque, qui eiusmodi inſtrumentis vſi ſunt.

3. In apparatu phyſico Academiae noſtrae ſimile inſtrumentum exſtat, quod Hannoverae a Cel. artifice *Drechsler* confectum eſt.

Si in meridiano magnetico acum huius inclinatorii, egregie ceterum fabrefacti, a puncto quodam limbi diuiſi, cui in quiete imminet, quinque circiter gradibus eleuo, et oſcillationes acus numero, donec iterum ad quietem peruenit, neque in qualibet obſervatione ſat exacte redit ad idem punctum limbi, neque plures oſcillationes abſoluit, quam acus alius cuiusdam inclinatorii, cuius axis duntaxat fulcris ex Achate debita cura confectis ſuſtentatur. Idem obſeruaui in compluribus aliis eiusmodi inſtrumentis, et profecto, niſi artifex in eiusmodi rotulis volutoriis elaborandis et rite inter ſe componendis, ſummam curam in id conuertat, vt axis acus prorſus ab omni vacillatione ſuper ambitum illarum rotarum libera euadat, facile accidit, vt rotulae dictae frictionem potius augeant, quam minuant. Vbi frictio iam tantilla eſt, quam in acu quadam magnetica, a rotulis eiusmodi volutoriis vix magnum emolumentum ſperare licet. Vnde mihi ſaltem haec acus inclinatoriae conſtruendi ratio prorſus ſuperflua, et praeter neceſſitatem nimis complicata et ſumptuoſa eſſe videtur.

§. V.

Viri illuſtres *de Humboldt* et *Nouet* in itineribus ſuis vſi ſunt inclinatoriis ab artifice habili *le Noir*, iuxta inuentionem Cl. *Borda* conſtructis, quibus egregiam laudem tribuunt. Interim haec inſtrumenta neque annulo aequationis Bernoullíano, neque rotulis

volu-

volutoriis praedita sunt, quemadmodum patet ex breui illorum descriptione in Annalibus physicis Cel. *Gilberti* obuia. (Vid. horum ann. Tom. VI. p. 173. Tom. IV. p. 448.)

Axis acus in hisce inclinatoriis binis duntaxat fulcris, ex Achate confectis, bene politis et in aciem desinentibus, sustentatur, de nullis aliis artificiis sermo est. Sine dubio igitur et ab illo artifice eiusmodi complicationes in constructione acus, qualium supra facta est mentio, ad praxin magis nociuae, quam vtiles deprehensae sunt.

§. VI.

1. Negari quidem nequit, acum magnetisatam sensibiliter a vera eius inclinatione aberrare posse, si axis eius non exacte per centrum grauitatis transit, et debita sua cylindricitate caret. Priori casu acus, antequam magnetisata est, non in quocunque situ quietem seruat, adeoque non aequilibrata est, et casu posteriori vacillatio inaequalitas frictionis et momenti rotationis enascitur. Interim aberratio acus a priori causa enascens, vti deinceps videbimus, per methodum obseruandi prorsus innoxia reddi potest. Immo consultum adeo esse duco, centro motus aberrationem aliquam a centro grauitatis concedere, nempe, vt ex grauitate seu pondere acus momentum aliquod nascatur, ad frictionem ipsam minuendam, quae alias per solam vim magneticam superanda esset, cuius actio, casu, quo iam per se fere euanesceret e. gr. prope aequatorem magneticum telluris nostrae, illi resistentiae forsan haud par esse posset. Dein ob hanc frictionem et aequilibratio ipsa acus admodum vaga et incerta redditur, ita, vt antequam magnetisata est, vix effici possit, vt ad omnes situs recipiendos aeque procliuis euadat, et ubivis in illa quiete perfecta sese contineat, ex qua solum eius aequilibrationem diiudicare possumus, unde non fieri potest, quin vi magnetica deinceps imbuta, inclinationem assumat, a vera inclinatione vis magneticae sensibiliter saepe discrepantem, quod etiam factis obseruationibus

cum

cum diuerſis acubus ſic dictis aequilibratis, experientia ſatis confirmauit.

2. Si adhibemus acum non perfecte aequilibratam, ita vero comparatam, vt quantum aberret a perfecta aequilibratione, ex ſitu determinato, quem ante magnetiſationem aſſumit, oculis diſtincte poſſimus cognoſcere, errore hoc cognito, tutius ſane erit, ex obſeruata inclinatione acus, poſtquam magnetiſata eſt, veram inclinationem computare, quam ex ſitu illo indifferenti, quem more ſolito ante magnetiſationem aſſumere cogitur, perſuaſum nobis eſſe, eam reuera ab omnibus vitiis immunem eſſe, immo hac ipſa confidentia ſeducti, viam nobis praecludere, ad veritatem ipſam propius accedendi, erroresque corrigendi, qui acubus pro aequilibratis habitis, nihilominus inhaerere poſſunt. Denique et id mihi videor obſervaſſe, acum aliquam inclinatoriam ex ſitu ſuo naturali dimotam, finitis oſcillationibus tutius redire ad vnum idemque punctum limbi diuiſi, oſcillationesque ipſas viuidiores et diuturniores eſſe, centro motus paululum aberrante a centro grauitatis, vt momentum aliquod exinde naſcatur, quod inaequalitates frictionis ſuperet, quam binis illis centris exacte coincidentibus.

§. VII.

1. Haec acus cuiusdam reditio exacta ad idem punctum limbi, prima eſt conditio boni inclinatorii, et, licet caſu, quo bina illa centra motus et grauitatis non exacte coincidunt, acus in meridiano magnetico, non ad veram inclinationem vis magneticae ſeſe componere poſſit, attamen, vti deinceps videbimus, ex obliquitate obſeruata deduci poteſt vera, dummodo acus non pigra eſt, et multis oſcillationibus peractis ſemper prope ad vnum idemque punctum limbi diuiſi reuertitur.

2. Centra illa motus et grauitatis, velut in iugis bilancium, ita vero debent eſſe diſpoſita, vt acus, antequam magnetiſata eſt, in

quiete ſua ſitum perfecte horizontalem habeat, adeoque linea recta illa centra iungens, ad perpendiculum inſiſtat lineae rectae, iuxta longitudinem acus ductae, et ſitum eius horizontalem indicanti. Vt vero acus, ex hoc ſitu dimota, inſtar iugi bilancis oſcillare poſſit, centrum illud grauitatis tantillum ſubter centrum motus cadere debet.

3. Interim nequidem neceſſe eſt, vt acus in quiete ſua perfecte ſitum illum horizontalem teneat. Id ſolum requiritur calculi cauſa, qui ſub illa conditione paulo ſimplicior euadit. Acus antequam vi magnetica imbuta eſt, vtcunque aberrare poteſt ab illo ſitu horizontali, immo nequidem hanc aberrationem noſcere neceſſe eſt, et nihilominus iuxta methodum deinceps explicandam, vera erui poteſt inclinatio acus magnetiſatae, id quod omnino ad vſum accuratiorem acuum inclinatoriarum multum confert, cum quanta cura ab artificibus confectae ſint, alias plane incognitum maneret.

§. VIII.

1. Axis cylindricus circa quem rotatur acus, ex Chalybe modice indurata et puriſſima conficitur, planoque acus normaliter infigitur. Ad frictionem minuendam terminari debet in cuſpides tenuiores cylindricas, quae fulcris politiſſimis ex Achate paratis, et duabus columellis ſeu pedibus orichalceis rite ſuffultis imponuntur.

2. Hae cuſpides axeos ſumma cura ad tornum efformatae eſſe debent, vt acus inter oſcillandum neque vacillare, neque motum vllum irregularem, determinationi inclinationis verae acus magneticae nociuum aſſumere poſſit. Quanta perfectione hoc effici queat, ex cuſpidibus illis quam maxime tenuiſſimis patet, circa quas rotulae in horologiis portatilibus mouentur, quae cuſpides ſane niſi ſummam cylindricitatem haberent, Chronometris noſtris in Aſtronomia adhiberi ſolitis, motum quam maxime irregularem inducerent. Errores igitur, quos Cel. *Bernoulli* a non perfecta cylindricitate axeos

axeos acus magneticae pertimefcebat (§. II. 1.) vix igitur in computum venire poffunt, dummodo axis a habili quodam artifice confectus eft, adhibito apparatu tornatorio, quo inprimis horologiorum fabri vti folent, cufpidibus eiusmodi fubtiliffimis exactam rotunditatem et polituram tribuendi. Praecipue cauendum eft, ne in extremitatibus cufpidum vlla afperitas remaneat, quod ope microfcopii optime detegitur.

3. Quo fubtiliores eiusmodi cufpides effe poffunt ne a pondere acus incuruentur, eo minor erit frictio acus, et eo accuratius ofcillationes fuas abfoluit, vsque dum ad quietem peruenit. Si cufpides ex bono chalybe paratae funt, vsque ad diametrum partis quartae feu quintae lineae parifienfis tornando poffunt diminui, et tamen adhuc fatis validae erunt, ad fuftentandam acum ponderis 3 aut 4 drachmarum.

4. Eo loco, vbi fulcris ex Achate confectis incubant, acies Achatis paululum debet effe excauata ad figuram circuli, diametri duarum circiter linearum, eum in finem, vt axis acus inter ofcillandum non facile ex fitu fuo normali ad planum limbi diuifi poffit dimoueri.

5. Complures axem duntaxat imponunt cylindrulis vitreis horizontalibus fibi inuicem parallelis, et quam maxime politis; et quidem ex ea caufa, vt axis ab omni motu radente prorfus liber euadat, et non nifi motum voluentem habere poffit. Sed exinde aliud incommodum nafcitur; nam admodum difficile eft, axem hoc cafu iisdem femper punctis imponere, et impedire, ne in motu fuo gyratorio alternatim horizontaliter progrediatur, et regrediatur, vel quoque paululum ex fitu fuo normali ad planum limbi diuifi dimoveatur. Ceterum quoque fuper eiusmodi Cylindrulis vix liberiorem motum acus obferuaui, quam fuper aciebus paululum excauatis, quae haud dubie omnibus aliis artificiis axem fuftentandi praeferendae funt. Praeterea attritum axeos a motu quodam radente in illis

 caui-

cauitatibus forte metuendum, per exiguam portionem olei amygdalarum illis cauitatibus immiſſam ita poſſumus diminuere, vt ad liberiorem motum producendum vix alia remedia neceſſaria eſſe videantur.

6. Vt cuſpides circa quas acus rotatur, ad planum acus ſat exacte normales fiant, artificia adhibentur illis ſimilia quibus axes rotarum in horologiis ad plana rotarum normales effici ſolent.

7. In acubus quas ego parandas curaui, axis traiecta eſt per centra baſium duorum conulorum truncatorum, ex aurichalco ope torni optime formatorum, qui baſibus ſuis maioribus ad planum acus $\mu\nu$ exacte adplicantur et ibi per ſolam frictionem tam axi, quam plano acus ſat firmiter adhaereſcunt, vt videre licet ex Figura II. vbi aa, bb paruos hoſce conos truncatos iuxta ſectionem per axem illorum factam repraeſentant.

Haec conſtructio ſcopo propoſito tam bene ſatisfacit, vt acus hoc modo fabrefacta oſcillationes ſuas ſine errore ſenſibili in plano limbi diuiſi verticalis abſoluat, dummodo fulcra, quibus imponuntur cuſpides e, f, axeos ef, ſitum exacte horizontalem habeant, quod effici poteſt per cochleas paruas debito modo ita diſpoſitas, (vid. §. XV. 16 et Fig. VIII.) vt fulcra dicta paululum tolli et deprimi poſſint, vsque dum acus oſcillationes ſuas dicto modo peragat.

8 Per cochleas eiusmodi ſimul effici poteſt, vt axis ef exacte per centrum limbi diuiſi transeat, quod, quantum in hiſce inſtrumentis ſufficit, exinde poteſt dignoſci, ſi acus extremitates in quolibet eius ſitu, eodem ſemper interuallo a limbo diuiſo diſtent.

9 Longitudo axis ef ſeſe conformat ad diſtantiam columellarum, quae portant fulcra ex Achate confecta, quibus incubant cuſpides e et f. Diſtantia dicta tam exigua debet ſumi, quam per ſequentes rationes fieri poteſt. Iſtae ſc columellae (C; C Fig VII. vid. infra §. XV. 5) neceſſario ſpatium quoddam inter ſe linquere debent, quod liberum tranſitum permittat limbo diuiſo mntq, cum

annulo

annulo quodam cylindrico a b c d qui limbum maioris firmitatis gratia circumdat, et in cuius ſuperficie interiori limbus ipſe, ob rationes inferius tradendas, motum aliquem in proprio ſuo plano nanciſci poteſt. Latitudo huius annuli adeoque et diſtantia columellarum dictarum ita igitur eſt ordinanda, vt axis e f non facile longitudinem pollicis excedat.

10. Cuſpidibus e, f ipſis longitudo lineae duodecimae pollicis optime conuenit. Nam cauendum eſt, ne pars craſſior axis (k vel l) dum acus oſcillat, vllo modo radere poſſit aciem fulcrorum, ex Achate confectorum, quod leui attentione poteſt euitari, dummodo cuſpides dictae e, f, non nimis breues ſumantur.

11. Vt denique et cum aliis acubus, quorum axes ratione longitudinis paululum forſan inter ſe differunt, obſeruationes inſtitui, et inter ſe comparari poſſint, in parte inferiori columellarum dictarum cuneus DE (Fig. VII.) adeſt, qui, prout plus minusve intruditur in ſpatium, quod inter illas columellas datur (9), ſimpliciſſimo modo id efficit, vt columellae cum fulcris axeos in parte ſuperiori paululum plus minusve a ſe invicem poſſint divaricari, prout longitudo axis ſuſtentandae e f id poſtulare videtur.

§. IX.

1. Cum mobilitas axeos e f, quantum fieri poteſt libera et expedita, haud dubie inter primas conditiones bonae acus inclinatoriae ſit referenda, haud ſuperfluum eſſe duxi, hic paucis expoſuiſſe, quantam circumſpectionem poſcat fabrica et conſtructio axeos, vt omnibus requiſitis debite reſpondeat.

2. Iam neceſſe eſt, vt de reliquis quoque acus conditionibus neceſſariis pauca adhuc dicam.

Quod primum attinet ad formam acus, plerique inter ſe conveniunt, ipſi tribuendam eſſe formam parallelepipedi, in vtraque vero extremitate μ, ν Fig. III. acuminati, ita vt linea recta $\mu\nu$, bina acumina iungens, exacte transeat per centrum acus m.

Alii

Alii non fauent eiusmodi acuminibus, ſed potius acum in extremitatibus ſuis paululum ad formam arcus circuli rotundant, et per medium acus iuxta longitudinem ſuam lineam rectam $\mu\nu$, indicis vices gerentem, ducunt, vt videre licet ex Figura IV.

Egomet praefero formam poſteriorem, ob maiorem vim magneticam, quae eiusmodi acubus tribui poteſt.

3. *Le Noir* aliique acubus interdum tribuunt formam duorum conorum aequalium, in medio acus baſin communem habentium. Verum haec forma mihi ex eadem cauſa diſplicet, quam illa parallelepipedi in acumina deſinentis, et praeterea ad magnetiſationem paululum incommoda eſt. Forſan haec forma arriſit quibusdam, quod acubus maiorem firmitatem polliceri videantur, velut conica illa iuga in bilancibus a Cel. *Ramsden* fabrefactis. Interim inflexio ſeu incurvatio quaedam pernicioſa in acubus, ad formam parallelepipedi conſtructis, prorſus non eſt pertimeſcenda, dummodo latitudo tv acus debitam proportionem ad longitudinem $\mu\nu$ habeat, et craſſities tam exigua ſumatur, vt pondus acus 3 aut 4 Drachmas non excedat.

4. Si acui ſub longitudine decem pollicum pariſinorum (quam longitudinem conuenientiſſimam eſſe duco) latitudo tribuatur quatuor circiter linearum, et craſſities $\frac{1}{4}$ ſeu $\frac{1}{3}$ circiter lineae, rigiditas acus omni incuruationi, a pondere eius forſan pertimeſcendae, prorſus reſiſtet. Nam iuxta modum ſuſpendendi acum, actio grauitatis parallela eſt plano acus, inter longitudinem $\mu\nu$, et latitudinem tv comprehenſo, adeoque a pondere tam exiguo, quam acus ſub dimenſionibus allatis habere poteſt, incuruatio quaedam pernicioſa prorſus non eſt metuenda.

§. X.

1. Ob rationes ſupra allatas axem rotationis paululum ſuper centrum grauitatis acus transire iubeo. In acubus meis id effici curaui per breuem lamellam orichalceam ikl (Fig. V.) longitudini

acus

acus circa eius medium adferruminatam, aequalis craſſitiei cum acu ipſa. Hoc modo centrum grauitatis non cadit in punctum medium m ſed vt in iugis bilancium paulo inferius, dum contra, punctum m per quem transmittitur axis rotationis ef (Fig. II.), centrum motus rectae $\mu\nu$, quae indicis vices gerit, repraeſentat.

2. Acum quandam et ſequenti modo parandam curaui. $\alpha\beta\gamma\delta$ (Fig. VI) repraeſentat tenuem lamellam orichalceam, fiſſura praeditam, per quam acus $\mu\nu$ exacte transfigi et iuxta longitudinem ſuam promoueri poteſt, vsque dum foramen in medio huius armaturae conſpicuum, exacte reſpondeat foramini acus, per quod transmitti debet axis gyrationis ef ſupra deſcriptus, qui ope conorum truncatorum ibi memoratorum iam ad armaturam $\alpha\beta\gamma\delta$ firmandus eſt. In $\alpha\beta$ et $\gamma\delta$ prominent duo cylindruli in linea recta ipſi $\mu\nu$ perpendiculari diſpoſiti, iuxta quos ſphaerulae x et y ſurſum deorſumue moueri et in quocunque loco ſola frictione retineri poſſunt.

3. Per hunc mechanismum effici poteſt, vt commune centrum grauitatis acus et armaturae dictae, plus minusue cadat ſubter centrum rotationis, ita vt pro varia diſtantia illarum ſphaerularum, vna eademque acus iam vicem complurium, ratione ſitus centri grauitatis diuerſarum, et iuxta methodum priorem (1) conſtructarum, explere poſſit, id quod ad obſeruationes circa inclinationem magneticam inſtituendas et variandas egregio uſu eſt.

§. XI.

1. Si axis gyrationis acus inclinatoriae exacte per centrum eius grauitatis tranſit, adeoque acus perfecte aequilibrata eſt, demonſtrari poteſt, eam per actionem vis magneticae terreſtris exacte ad ſitum verticalem perduci, caſu, quo verſaretur in plano ad meridianum magneticum normali.

2. Si hic ſitus in plano dicto reuera obſeruatur, viciſſim concludi ſolet, acum ante magnetiſationem bene aequilibratam fuiſſe,

cam-

eamque igitur in meridiano magnetico veram quoque inclinationem vis magneticae oſtenſuram fore.

3. Verum acus vulgari modo aequilibratae in plano dicto rariſſime ſitum illum verticalem exacte oſtendunt. Haud raro pluribus gradibus ab illo differre obſeruantur. Immo fieri poteſt, vt adeo ſitum illum verticalem habeant, et nihilominus admodum vitioſae ſint.

Perfecta ſcilicet aequilibratio, ob frictionis inconſtantiam et *exiguam mobilitatem* acus, caſu, quo iam *proxime* aequilibrata eſt, tantis laborat difficultatibus, praeſertim ſi acui et magnetismi quid inhaereat, vt artifices plerumque contenti ſint, ſi multis tentaminibus acum eo vsque demum perduxerint, vt in hoc vel illo ſitu circiter tantum quieſcat, ſeu ſaltim a certo quodam puncto limbi motu duntaxat lentiſſimo ſurſum deorſumve tendat.

Plerumque igitur acus ſic dictae aequilibratae tam parum votis noſtris reſpondent, vt nihilominus calculo opus ſit, ad eruendam veram inclinationem vis magneticae, datis poſitionibus, quas acus in meridiano magnetico oſtendit, a vera illa inclinatione ſaepe haud parum diſcrepantibus.

4. Ita poſt negotium taedioſiſſimum cum aequilibratione illa coniunctum, acus eiusmodi vix maiorem vtilitatem praeſtant, quam illae quibus de induſtria momentum aliquod rotationis ante magnetiſationem concedimus, quo non ſitum indifferentem, ſed potius conſtantem et fixum aſſumere coguntur, ita vt cognito hoc ſitu, dein ope calculi erui poſſit, quae futura ſit vera et genuina poſitio acus magnetiſatae, ſi perfecte aequilibrata fuiſſet.

§. XII.

1. Ad hunc calculum ſimplificandum, conuenit, acum, qualem deſcripſi §. IX. ita adaequare, vt centra eius grauitatis et motus exacte cadant in lineam ipſi $\mu\nu$ (§. X. Fig. V.) perpendicularem,

adeo-

adeoque acus non nifi in fitu horizontali quietem, feu fitum conftantem affumere poffit. Hoc ante quam acus vi magnetica impraegnatur fequenti modo facile poteft effici.

2. Imponatur acus $\mu\nu$ accuratiffime et liberrime fulcris fuis fupra iam defcriptis, et planum limbi diuifi m n t q (Fig. VII.) in fitum verticalem redigatur, ita vt pendulum b r hunc in finem adhibitum, et a fummo puncto b limbi fufpenfum, fimul immineat puncto infimo d, quibus punctis vtrinque refpondeat gradus nonagefimus a horizantali c a computando. Hoc modo haec ipfa horizontalis c a per puncta initialia o, o, limbi diuifi tranfibit.

3. Iam examinetur, vtrum acus $\mu\nu$, dum illi ofcillationes tribuuntur, in fitu dicto horizontali c a ad quietem perueniat, adeoque apices eius, feu quoque recta $\mu\nu$ per medium eius ducta (§. IX.) punctis o, o refpondeant. Quod nifi exacte fiat, poftquam acus iam ex rudi fabrefacta eft, haud difficile erit, ope cotis bonae et fubtilis, illud dimidium acus, quod praeponderat, eo vsque adaequare, vt acus, ofcillationibus fuis peractis, perfecte fitum horizontalem obtineat, quod cum acus non pigra fit, tam accurate perfici poteft, vt iteratis vicibus ex quiete fua perturbata, femper ad eadem puncta o, o, redeat, vel faltim, ob frictionis effectum non penitus euitandum, in quacunque obferuatione tam parum ab illis aberret, vt fumto medio ex pofitionibus obferuatis, fine errore fenfibili iftis punctis o, o, imminere fit cenfenda. Quod fi fiat, nullum eft dubium, quin et centra motus et grauitatis in lineam ipfi $\mu\nu$ perpendicularem cadant.

4. Haec iuftificatio acuum ad meam methodum conftructarum multo minus laboriofa eft, et multo accuratius expeditur, quam aequilibratio acuum vulgarium, in quibus centra illa exacte ad coincidentiam in vnum idemque punctum reduci debent, quod quam facile dictu et conceptu, aft factu difficile taediofum et lubricum fit, nemo fane negabit, qui eiusmodi negotio femel tantum manum admouerit. Vt fcilicet illi conditioni fatisfiat, nunc aliquid a latere

 dextro

dextro acus, nunc a ſiniſtro abradendum eſt, nunc iterum aliquid a parte ſuperiori, nunc ab inferiori, atque non niſi poſt infinita tentamina voti quoddammodo compotes euadimus. Interdum acus ob inaequalitatem frictionis in quibusdam poſitionibus quietem ſervare videtur, in aliis iterum vacillat, et artifex neſcit, ex qua parte denuo aliquid abradendum ſit, vt in reliquis quoque poſitionibus quieſcat. Tandem poſt exhauſtam fere patientiam a negotio deſiſtere cogitur, acum ſat aequilibratam eſſe iudicans, dummodo in plerisque poſitionibus quieſcere ſit deprehenſa, quod vero quam lubricum ſit et determinationi verae inclinationis acus, poſtquam magnetiſata eſt, nociuum, vix opus eſt vt moneam.

5. Haec ipſa difficultas et fere impoſſibilitas acus vulgares perfecte aequilibrandi, me primum deduxit ad cogitationem, lubentius concedere in illis diſtantiam aliqualem inter centra illa grauitatis et motus, quam erroribus illis, ex ſuppoſita aequilibratione perfecta, forſan vero nihilominus vitioſa, oriundis, ſeſe exponere.

§. XIII.

1. Iuſtificatio acus iuxta meam methodum (§. X.) conſtructae, ſuſcipienda eſt, acu adhuc prorſus ab omni magnetismo deſtituta. Idem omnino quoque valet de aequilibratione acuum vulgarium. Sine hac conditione nulla acus inclinatoria ſcopo ſuo ſatisfaciens conſtrui poteſt. Curandum itaque eſt ab artifice, vt poſtquam acus ex rudi fabrefacta, et ad deſtruendum omnem magnetismum ſolito more modice ignita eſt, omnis reliqua elaboratio et expolitio non per limas aliaque inſtrumenta ferrea, ſed per ſolum cotem ſiat, ne acus vllo modo aliquid magnetismi accipiat. Finita hac operatione, acus induratur et iuſtificatur more expoſito. Vt vero poſthac detegi poſſit, an nihilominus ipſi aliquid magnetismi inhaereat, nil opus eſt, quam vt finita iuſtificatione inueſtigetur, an acus ſitum horizontalem teneat, ſi fulcris ſuis et ſitu inuerſo imponatur, ita, vt illa

illa extremitas, quae in iuſtificatione memorata e gr. verſus meridiem ſpectabat, iam ad regionem oppoſitam dirigatur. Si acus debitis cautelis fabrefacta eſt, rariſſime et in hoc ſitu inuerſo, a linea horizontali aberrabit. Ne autem acus durante ipſa iuſtificatione a magnetismo telluris vim aliquam magneticam ſit conceptura, haec iuſtificatio breuiſſimo quam fieri poteſt, tempore, et non in meridiano magnetico, ſed in plano ipſi normali, expedienda eſt.

2. Interim methodus obſeruandi inferius tradenda, adeo ne hanc quidem conditionem poſtulat, vt acus aequilibrandae ſeu iuſtificandae, ab omni prorſus magnetismo deſtitutae ſint, antequam reuera vi magnetica imbuuntur.

§. XIV.

Peracta iuſtificatione ſeu aequilibratione acus, quantum fieri poteſt accurata, ipſi vis magnetica tribui debet. Ne vero axis per acum transmiſſus, quem eximere non licet, ſi acus ſemel iuſtificata eſt, magnetiſationem impediat, acus imponitur tabulae ligneae, foramine praeditae, quod axem illum recipiat, atque dein bina dimidia acus ex medio eius ſtringuntur polis contrariis duorum magnetum artificialium validorum, aequalium, et ad formam parallelepipedi paratorum, ita, vt hi poli ſemper exacte tegant acum quoad latitudinem, adhibitis ſimul reliquis cautelis ſatis cognitis, quae ad eiusmodi magnetiſationem debite perficiendam praeſcribi ſolent. Peracta aliquoties hac operatione acus inuertatur, ita vt latus inferius tabulae incumbens, iam ſurſum ſpectet, atque dein eadem dimidia denuo iisdem polis ſtringantur. Hoc modo acus mox ad maximum gradum magnetismi perueniet, quod exinde cognoſcitur, ſi acus in meridiano magnetico fulcris ſuis impoſita, inclinationem aſſumit, quae per plures ſtricturas vlterius augeri nequit. Si craſſities acus dimidiam lineam haud excedit, decem ſtricturis plerumque ad maximum, cuius capax eſt, magnetismi gradum, perducta erit.

§. XV.

Si acus debito modo magnetiſata eſt, poli eius praeciſe cum binis eius acuminibus μ, ν, ſeu quoque cum extremitatibus axis eius longitudinalis $\mu\nu$ (Fig. V. et VI.) coincident. Vt vero huic conditioni eo accuratius ſatisfieri poſſit, acus inter magnetiſandum ab omni motu laterali ſollicite debet caueri. Hoc fieri poteſt, ſi tabula lignea ſuperius memorata, cauitatem ſeu crenam habeat, exacte iuxta figuram et craſſitiem acus formatam, in quam acus reponitur, dum vi magnetica impraegnatur. Vt vero et poli magnetis, quo ſtringitur, directionem acus exactius ſeruent, iuxta directionem acui parallelam regula lignea ad tabulam dictam firmiter adaptetur, cui poli magnetis a latere ſemper adiaceant, dum ſuper acum protrahuntur, manente latere maiori plani polaris, quod acum ſtringit, ſemper, quantum fieri poteſt, perpendiculari ad longitudinem acus ſubditae.

§. XVI.

1. Quae pertinent ad reliquam inclinatorii conſtructionem, illa, quantum hic ſufficit, ex Figura VII, cognoſcitur.

2. Ibi mntq repraeſentat limbum inſtrumenti diuiſum, et abcd annulum quo limbus circumdatus eſt, hic duntaxat iuxta craſſitiem ſuam conſpicuum (§. VIII. 9.).

3. Hic annulus latitudinem 8 circiter linearum, et craſſitiem vnius fere lineae habet.

4. Apud a et c annulus iuxta modum e figura conſpicuum cochleis firmatus eſt ad columellas orichalceas A, B, quae firmiter et ad perpendiculum inſiſtunt aſſeri elliptico TV e ligno ſatis duro et ſicco bene confecto, vnum pollicem craſſo, et vtrinque bono vernice obducto, ne a humiditatibus aëris affici, et vllo modo incuruari poſſit. Qui ſumtus impendere vult, hanc baſin TV totius inſtrumenti et ex Orichalco confici iubeat, quo caſu multo minorem craſſitiem habere poteſt.

5.

5. CC; CC ſunt columellae quae portant fulcra ad ſuſtentandam acum, ex Achate confecta, ſupra (§. VIII. 1. 9) iam memorata. DE repraeſentat cuneum ſupra memoratum (§. VIII. 10).

6. Ope cochlearum x, y, z planum ipſius TV ad ſitum horizontalem componi poteſt, vtendo duabus libellis, bene iuſtificatis, plano TV ita impoſitis, vt vna cum altera circiter angulum rectum conſtituat.

7. Hae cochleae optime triangulum aequilaterum conſtituunt, cuius baſis xz circiter parallela eſt plano limbi diuiſi. Ita actio cochleae y tota ſeſe conuertit ad dirigendum planum limbi diuiſi in ſitum verticalem, quem quidem iam per conſtructionis modum obtinere debet (4), quam primum baſis TV exacte libellata eſt, a quo ſitu vero nihilominus adhuc paululum aberrare poteſt, ſi conſtructio illa non prorſus ad amuſſin facta eſt. Examinetur igitur, an planum limbi ſimul reſpondeat perpendiculo br, et facile erit, caſu, quo exigua quaedam deuiatio obſeruaretur, hanc per ſolam cochleam y corrigere, manente inuariato ſitu horizontali lineae ca, per puncta initialia diuiſionum limbi transeuntis.

8. Haec linea ca ſitum horizontalem tenet, caſu, quo perpendiculum br a puncto nonageſimo b ſuſpenſum, ſimul quoque imminet puncto nonageſimo inferiori d, per aperturam longitudinalem columnae CC conſpicuum. Quare iam ab initio limbus mnqt intra annulum abcd (2) ita debet eſſe diſpoſitus, vt huic conditioni ſaltim prope ſatisfiat. Vt vero hoc ad ſummum rigorem effici queat, limbus ad annulum circumdatum non adferruminatus, ſed ita ſolum ipſi annexus eſſe debet, vt modica vi adhibita, adhuc motum aliquem in proprio ſuo plano admittat, ita, vt in ſitu eius verticali, perpendiculum br exacte ſimul ad congruentiam cum puncto d reduci queat, quod ſi ſemel factum eſt, et in quocunque caſu, quo duntaxat planum ipſius TV ad libellam compoſitum eſt, de congruentia illius perpendiculi perſuaſi eſſe poſſumus, ſeu ſaltim non

opus

opus erit, vnam alteramue cochlearum x, z, multum adhuc adducere, vt perpendiculum iſtud exacte illi puncto d congruat.

9. In inſtrumento, quod ego parandum curaui, motus ille limbi in proprio ſuo plano eo efficitur, vt duo adſint orbiculi, craſſitie limbi a ſe inuicem diſtantes, et crenam quaſi formantes, in qua margo limbi ſola frictione retinetur. Alter horum orbiculorum ad planum interius annuli a b c d adferruminatus eſt, et alter eximi poteſt.

10. In i et k iuxta rectam t v, plano limbi parallelam, adſunt duo cubi parui orichalcei, cochleis inſtructi, quibus ad baſin T V firmantur. Ad latera horum cuborum in recta t v adplicari poteſt latus pyxidis magneticae exacte parallelepipedicae L M, eum in finem, vt imminente acu ſuper lineam mediam, ſueto more in baſi huius pyxidis iuxta longitudinem eius ductam, et facta debita ad hunc finem collocatione totius inſtrumenti ſuper plano tabulae cui impoſitum eſt, perſuaſi eſſe poſſimus, planum quoque limbi diuiſi in meridiano magnetico eſſe verſaturum.

11. Similes cubi dantur apud g et h, in directione u w exacte perpendiculari ad priorem t v, ita, vt applicata pyxide magnetica ad g h, planum limbi diuiſi in ſitum normalem ad planum meridiani magnetici, debita conuerſione totius inſtrumenti, reduci poſſit.

12. Apud t, v, u, w, quatuor dioptrae ad baſin T V firmari poſſunt, eum in finem, vt, ſi uno eodemque loco inſtrumenti, iteratis vicibus lubeat obſeruare poſitionem acus magneticae $\mu\nu$ mox in meridiano magnetico t v, mox in plano ad hunc meridianum normali w u, non quauis vice opus ſit directionem ipſarum t v, vel u w determinare ope pyxidis magnetiae L M ad i k vel ad g h applicandae, quia id paululum moleſtum eſſet et prolixum, ſi acus pyxidi incluſa valde ſenſibilis ſit, adeoque non niſi multis oſcillationibus tandem ad quietem perueniret.

13. Si ſcilicet ope pyxidis dictae, ad ik vel ad gh adplicatae, illae directiones ſemel determinatae ſunt, et obiecta quaedam ſatis diſſita cum diſtinctis punctis praedita dentur, quae ſimul in directione dioptrarum appareant, in quouis alio caſu, uno eodemque loco inſtrumenti, debita eius poſitio multo facilius per collimationem ad puncta illa diſſita, quam per adplicationem pyxidis magneticae determinari poteſt, et errores, qui forte enaſci poſſent, ſi in quauis obſeruatione inſtrumentum non ſumma praeciſione eundem ſemper locum in tabula, cui impoſitum eſt, occuparet, tam parui ſemper erunt, vt tuto negligi poſſint, obiectis ad diſtantiam ſatis magnam remotis.

Niſi commodum illud obiectorum diſſitorum obſeruatori ſeſe praeſentet, quolibet caſu poſitio inſtrumenti iuxta meridianum magneticum vel iuxta planum ipſi normale, omnino duntaxat per ſolam pyxidem magneticam determinanda eſt, quae ſi 6 circiter pollices longa eſt, et acu ſatis ſenſibili gaudet, cautelis cognitis adhibitis omnem exactitudinem pollicetur.

14. Aliis poſitionibus inſtrumenti, praeter illam in meridiano magnetico, vel in plano ad hunc meridianum normali, ad eruendas inclinationes acus magneticae $\mu\nu$ non egemus. Quapropter admodum ſuperfluum mihi eſſe videtur, inſtrumentum eiusmodi et circulo quodam azimuthali inſtruere, quo praeter neceſſitatem nimis complicatum et ſumptuoſum redditur.

15. Loco dioptrarum t, et v, ſaepe etiam cum commodo adhibui collimationem iuxta marginem ipſum annuli abcd, quo limbus circumdatus eſt.

16. Vt fulcra ex Achate confecta, quibus imponitur axis gyrationis acus, iuxta §. VIII. 7 8 paululum ex ſua ſede et loco dimoveri queant, ex Fig VIII. perſpici licet, quo mechanismo gaudeant capita columellarum C, C, in inſtrumento, quod ego parandum curaui, vt illi conditioni ſatisfiat.

$\varepsilon\delta$ eſt fruſtulum orichalceum quadrangulare columellae eiusmodi C adferruminatum. $\eta\tau\varkappa\zeta$ ſimile eſt fruſtulum per cochleas m, m, tantillum ſurſum deorſumve mobile. Iuxta directionem $\tau\zeta$ crena datur, in qua, ope cochlearum u, u fulcrum ψ ex Achate confectum paululum ad dextram vel ſiniſtram promoueri poteſt. Ita ope harum cochlearum haud difficile erit, omnia ea efficere, quae ad poſitionem axeos acus ſuper fulcris ſuis debite iuſtificandam neceſſaria eſſe putentur.

§. XVII.

Iam ad methodum ipſam accedo, qua cum acubus ad modum §. X. conſtructis, vel generatim cum quacunque acu, dummodo ita ſit comparata vt viuide oſcillet, et prope ſemper ad vnum idemque punctum limbi diuiſi ad quietem perueniat, nihilominus vera erui poſſit inclinatio vis magneticae telluris noſtrae in dato loco obſervationis, per quam vim, vti ſcimus, acus ipſa directionem ſuam tam ad meridianum loci, quam ad horizontem eius nanciſcitur, dummodo ipſa vi magnetica impraegnata ſit.

1. Sit igitur Fig. IX. $\mu\nu$ acus magnetica et m centrum motus eiusdem, mr linea verticalis per hoc centrum ducta, μmr ergo planum verticale in quo acus verſatur, et ſurſum deorſumve movetur, quam primum limbus inſtrumenti ipſe ad ſitum verticalem compoſitus eſt. Nam acus debite conſtructa et fulcris ſuis impoſita in plano illius limbi oſcillationes ſuas peragere debet.

2. Si hoc planum conueniret cum plano meridiani magnetici, acùsque exacte aequilibrata eſſet, illa in noſtris regionibus ſitum obliquum acciperet, quo polus borealis μ ſubter lineam horizontalem ca Fig. VII. exacte inclinaret angulo, quem directio vis magneticae ipſae cum illa horizontali ſeu potius cum plano horizontali conſtitueret h. e angulus μmr complementum eſſet inclinationis verae vis magneticae ad angulum rectum.

3. Iam

3. Iam vero neque acum perfecte aequilibratam, neque in meridiano ipso magnetico versantem supponere volo, vt disquisitio circa positionem, quam acus accipere debet, maximam generalitatem nanciscatur.

4. Denotet igitur punctum g verum centrum grauitatis acus, aberrans distantia $mg = g$, a centro motus m, et angulum $\mu m g = \eta$ cum acu ipsa constituens. Iuxta constructionem acus hoc centrum grauitatis in eodem plano verticali quo acus mouetur (1) h. e. in plano anguli $\mu m r$ est intelligendum.

5. Cum vis magnetica telluris, quae polum μ acus $\mu\nu$ deorsum sollicitat, iuxta aliquam directionem agere sit concipienda, exprimat recta μk hanc directionem vis magneticae terrestris.

6. Ducta igitur per μ linea verticali $\mu\varrho$, planum anguli $k\mu\varrho$ exprimet planum meridiani magnetici, quod (prolongata $m\mu$ versus σ) cum plano verticali in quo versatur acus h. e. cum plano anguli $\mu m r$ vel $\sigma\mu\varrho$ angulum aliquem constituet, quem vocabo $= \gamma$, dum angulus $k\mu\varrho$, quem per α designabo, complementum erit anguli, quem inclinatio vis magneticae cum horizonte obseruatoris constituit, ad angulum rectum h. e. inclinatio illa vis magneticae erit $= 90° - \alpha$, quae $= i$ ponatur.

7. Cum acus $\mu\nu$, vi quadam sollicitata, non nisi in plano $\mu m r$ sursum deorsumve moveri queat, facile patet, casu, quo acus in situ $\nu\mu$ quiesceret, summam momentorum virium, quibus sollicitatur, ad planum $\sigma\mu\varrho$ reductarum et directioni $\mu\nu$ normalium, per leges mechanicas esse debere $= 0$, seu momenta illa se inuicem destruere debere.

8. Pro hoc situ quietis sit angulus $\mu m r$, quem acus cum verticali $m r$ constituit, seu quoque angulus $\sigma\mu\varrho = \mu m r = \varphi$.

9. Vires ipsae quae iam acum sollicitant sunt 1) vis magnetica $= M$ iuxta directionem μk vrgens et 2) pondus acus $= P$, quod in

 centro

centro grauitatis g iuxta directionem verticalem $g\omega$ agere eſt intelligendum.

10. Primum igitur actio vis μk ad planum $\mu m r$, ſeu $\sigma\mu\varrho$ eſt reducenda (7).

Exprimatur haec vis $= M$ per hanc ipſam rectam μk, et ad communem interſectionem $\mu\varrho$ planorum $\sigma\mu\varrho$, $km\varrho$ (6) agatur perpendicularis $k\tau$ in plano $k\mu\varrho$, dein in plano $\sigma\mu\varrho$ perpendicularis $\tau\zeta$ ad eandem $\mu\varrho$, eritque $k\tau\zeta$ angulus inclinationis planorum dictorum h. e. $k\tau\zeta = \gamma$ (6).

11. Demiſſo ſimul perpendiculo $k\delta$ in $\tau\zeta$, haec $k\delta$ plano $\sigma\mu\varrho$ normalis erit.

12. Vis $k\mu = M$ ſtatim reſoluitur in $k\tau = k\mu . \sin k\mu\tau$, et $\mu\tau = k\mu . \cos k\mu\tau$ vel ob $k\mu\tau = k\mu\varrho = \alpha$ (6) in vires

$$k\tau = M \sin\alpha$$

et $$\mu\tau = M \cos\alpha$$

Dum ob angulum $k\tau\delta = \gamma$ vis $k\tau$ iterum reſoluitur in

$$k\delta = k\tau \sin\gamma = M \sin\alpha \sin\gamma; \text{ et}$$

$$\tau\delta = k\tau \cos\gamma = M \sin\alpha \cos\gamma$$

13. Cum vis $k\delta$ ad planum anguli $\sigma\mu\varrho$ vel $m\mu r$, in quo acus mouetur (7) normalis ſit, illa ad motum acus in hoc plano nil conferre poteſt.

Acus igitur in plano quo mouetur, duntaxat viribus $\mu\tau = M \cos\alpha$ (11) et $\tau\delta = M \sin\alpha \cos\gamma$ (12) ſollicitari eſt intelligenda, e quibus viribus enaſcitur vis

$$\mu\delta = \sqrt{(\mu\tau^2 + \tau\delta^2)}, \text{ ſeu}$$

$$\mu\delta = M\sqrt{(\cos\alpha^2 + \sin\alpha^2 \cos\gamma^2)}$$

14. Cum vero haec vis angulum $\zeta\mu\delta = \zeta\mu\varrho - \delta\mu\varrho = \varphi - \delta\mu\varrho$ cum directione acus $m\mu$ conſtituat, exinde in plano quo acus movetur, enaſcitur vis $= \mu\delta \sin\zeta\mu\delta$ ad directionem acus perpendicularis, et vis $= \mu\delta \cos\zeta\mu\delta$ iuxta ipſam longitudinem acus. Cum vero haec poſterior ad conuertendam acum circa eius hypomochlion

lion m nihil conferre possit, vis acum in plano verticali $\sigma\mu\varrho$ sursum deorsumve sollicitans et ex vi magnetica enascens erit duntaxat $= \mu\delta . \sin \zeta\mu\delta$.

15. Iam $\sin \delta\mu\varrho = \frac{\tau\delta}{\mu\delta}$; $\cos \delta\mu\varrho = \frac{\mu\tau}{\mu\delta}$. Hinc

$\sin \delta\mu\varrho = \frac{M \sin\alpha \cos\gamma}{\mu\delta}$; $\cos \delta\mu\varrho = \frac{M \cos\alpha}{\mu\delta}$ (12) atque hinc

$\sin \zeta\mu\delta = \sin(\varphi - \delta\mu\varrho)$ (14), adeoque per cognitas formulas

$$\sin \zeta\mu\delta = \frac{M(\sin\varphi \cos\alpha - \sin\alpha \cos\varphi \cos\gamma)}{\mu\delta}$$

Ex qua formula pro vi quae acum sollicitat (14) statim nanciscimur expressionem $M(\sin\varphi \cos\alpha - \sin\alpha \cos\varphi \cos\gamma)$, quam igitur in puncto μ directioni $m\mu$ perpendicularem nobis cogitamus. Posita igitur dimidia longitudine acus h. e. $m\mu = k$, erit momentum vis inuentae $= Mk(\sin\varphi \cos\alpha - \sin\alpha \cos\varphi \cos\gamma)$, quatenus acus a vi magnetica ad gyrandum circa punctum m sollicitatur.

16. Iam quaerenda est vis, qua acus ad illam gyrationem a proprio suo pondere vrgetur.

Hoc pondus $= P$ in centro grauitatis g iuxta directionem verticalem $g\omega$ agens, ponendo $g\omega = P$, statim praebet vires $g\lambda = g\omega \sin g\omega\lambda$ et $gl = g\omega \cos g\omega\lambda$ quarum prior $g\lambda$ ipsi mg perpendicularis, et posterior gl iuxta directionem ipsius mg cogitari debet. Cum vero haec gl in directione ipsius mg iaceat, gl ad gyrationem acus circa m nil conferre potest. Vis igitur prior $g\lambda = g\omega \sin g\omega\lambda$ duntaxat in computum venit.

Iam est, prolongata ωg in t, angulus
$g\omega\lambda = lg\omega = tgm = \mu tg - \mu mg = \varphi - \eta$ (4. 8).

Adeoque vis $g\lambda = P \sin(\varphi - \eta)$ et momentum eius respectu puncti gyrationis m, ob $mg = g$ (4), $Pg \sin(\varphi - \eta)$.

17. Vt igitur acus in situ $\mu\nu$ quiescere possit, esse debebit (7) summa momentorum

 M.k

M.k (ſin φ coſ α — ſin α coſ φ coſ γ) + P.g ſin (φ — η) = o ſeu ponendo breuitatis gratia $\frac{P.g}{M.k} = e$

ſin φ coſ α — ſin α coſ φ coſ γ + e ſin (φ — η) = o.

18. Ex hac aequatione ob ſin (φ — η) = ſin φ coſ η — ſin η coſ φ facile deducimus tang $\varphi = \frac{\text{ſin } \alpha \text{ coſ } \gamma + e \text{ ſin } \eta}{\text{coſ } \alpha + e \text{ coſ } \eta}$

19. Data igitur inclinatione vis magneticae ſeu complemento eius ad 90° h. e. dato angulo α, cognitisque ſimul quantitatibus e, γ, η, poſitio acus, ſub qua quieſceret, ſeu angulus $\varphi = \mu$ m r, quem cum verticali m r conſtitueret, determinari poſſet.

20. Vice verſa, dato angulo φ, qui caſu quo acus quieſcit, ſuper limbo diuiſo inclinatorii metiri poteſt, cognitisque quantitatibus e, γ, η, ex illa aequatione (17) elici poteſt vera inclinatio vis magneticae, quae, inuento angulo α, quem cum linea verticali obſeruatoris conſtituit, eſſe debebit $= 90° - \alpha$.

§. XVIII.

1. Exiſtente g = o, caſum habebimus acus *perfecte aequilibratae*, pro qua igitur quoque erit e = o (§. XVII. 17.) adeoque

$$\text{tang } \varphi = \frac{\text{ſin } \alpha \text{ coſ } \gamma}{\text{coſ } \alpha} = \text{tang } \alpha \text{ coſ } \gamma$$

2. Si planum in quo acus mouetur, coincidat cum plano meridiani magnetici, erit $\gamma = 0°$; Pro hoc igitur caſu

$$\text{tang } \varphi = \text{tang } \alpha$$

adeoque $\varphi = \alpha$.

Acus igitur in meridiano magnetico ſitum habebit, cum inclinatione vis magneticae prorſus congruum.

3. Poſito vero $\gamma = 90°$ h. e. exiſtente plano in quo acus movetur normali ad meridianum magneticum, fiet $\varphi = 0°$ h. e. acus in ſitu verticali quieſcet.

§. XIX.

§. XIX.

1. Pro *acubus non aequilibratis*, quemadmodum comparatae ſunt illae, de quibus ſupra deſcriptionem dedi, in meridiano magnetico h. e. pro $\gamma = 0$ angulus φ non erit $= \alpha$ quia e non euaneſcit.

Habemus hoc caſu ob coſ $\gamma = 1$

$$\text{tang}\,\varphi = \frac{\text{ſin}\,\alpha + e\,\text{ſin}\,\eta}{\text{coſ}\,\alpha + e\,\text{coſ}\,\eta}$$

2. Si ex hac aequatione lubeat deducere inclinationem vis magneticae $i = 90° - \alpha$ (§. XVII. 6) cognitae eſſe deberent φ, e, η.

Menſura anguli φ ſub quo acus quieſceret, ſuper limbo diuiſo ſe quidem exhibet, verum incognitae manebunt e, η, eo forte caſu excepto, quo acum ante magnetiſationem eius ita adaequauerimus, vt in ſitu horizontali perfecte quieverit, adeoque angulus $\eta = 90°$ ponendus ſit. Semper tamen quantitas e manebit incognita, cum pendeat a quantitatibus g, M (§. XVII. 17.) difficulter determinandis. Interim nequidem angulum η inter quantitates cognitas numerabo, cum facile fieri poſſit, vt acus non tam accurate adaequata fuerit, vt exacte liceat ponere $\eta \doteq 90°$, praeſertim ſi quoque acui aliquid magnetismi inhaeruerit, dum illam adaequauimus (§. XII. XIII.)

Cum vero iam in aequatione (1) tres dentur incognitae α, e, η, aliae adhuc aequationes formari debent, vt valores ipſarum α, e, η, vel, cum hic dúntaxat praecipue agatur de valore ipſius α, vt inclinatio vis magneticae $= 90° - \alpha$ erui poſſit.

3. Hae aequationes ex obſeruatis quibusdam poſitionibus acus φ in meridiano magnetico, facile formari poſſunt, ſi ad ſequentia lubeat attendere.

4. Primum obſeruetur in meridiano magnetico h. e. pro $\gamma = 0°$, poſitio acus adeoque angulus φ, quem pro hoc caſu ponam $= F$, eritque (1) prima aequatio

$$\text{tang}\,F = \frac{\text{ſin}\,\alpha + e\,\text{ſin}\,\eta}{\text{coſ}\,\alpha + e\,\text{coſ}\,\eta} \quad \text{(I)}$$

5. Iam

5. Iam cogitemus hanc acum $\mu\nu$ (Fig. IX.) in ſitu inuerſo fulcris ſuis impoſitam, ita vt angulus $\mu m g = \eta$, qui in noſtra figura cadebat ſubter $\mu\nu$, iam cadat ſuper $\mu\nu$, quemadmodum apparet ex Fig. X. Nil igitur requiritur, quam vt acus fulcris ſuis ita imponatur, vt illa acies eius longitudinalis quae in ſitu acus horizontali deorſum ſpectaret, e. g. ab Fig. IV. iam ſurſum ſpectet. Hoc caſu acus ſub alio angulo φ ad quietem perueniet, quem iam vocabo $\mathfrak{F}$. Cum vero iam angulus η Fig. X. negatiuus ſit reſpectu illius in Fig. IX, habebimus aequationem ſecundam

$$\tan \mathfrak{F} = \frac{\sin \alpha - e \sin \eta}{\sin \alpha + e \cos \eta} \quad (II)$$

6. Hae duae aequationes (4. 5) ad veram inclinationem vis magneticae eruendam iam ſufficerent, dummodo ſecuri eſſe poſſimus, acum ante magnetiſationem eius perfecte adaequatam fuiſſe (§. XII.), adeoque eſſe $\eta = 90°$. Hoc ſcilicet caſu haberemus

$$\tan F = \frac{\sin \alpha + e}{\cos \alpha}$$

$$\tan \mathfrak{F} = \frac{\sin \alpha - e}{\cos \alpha}$$

adeoque addendo

$$\tan \alpha = \frac{\tan F + \tan \mathfrak{F}}{2}$$

7. Patet igitur hoc caſu ex duabus duntaxat obſeruationibus in meridiano magnetico inſtitutis, illis ſcilicet, quibus nanciſcimur angulos F, $\mathfrak{F}$ ſuper limbo diuiſo, determinatum iri angulum α, ſeu complementum inclinationis magneticae ad 90°.

8. Interim ne quidem requiritur, vt acus iuxta methodum (§. XII.) exacte iuſtificata ſit. Poſſumus adeo angulum η incognitum ſumere, ſed tunc tertia adhuc aequatio adeſſe debet, ad valorem ipſius α eruendum. Hanc aequationem nanciſceremur ſi e. gr. lubeat et obſeruationem quandam in plano ad meridianum magneticum normali in computum ducere h. e. pro $\gamma = 90°$.

Sit

Sit pro hoc caſu angulus φ formulae (§. XVII. 18) iuxta obſeruationem $= F'$, vel ſi acus ſitum inuerſum habeat vt in (5) $= \mathfrak{F}'$ erit ob $\cos \gamma = 0$

$$\operatorname{tang} F' = \frac{e \sin \eta}{\cos \alpha + e \cos \eta} \quad (III)$$

$$\operatorname{tang} \mathfrak{F}' = - \frac{e \sin \eta}{\cos \alpha + e \cos \eta} \quad (IV)$$

9. Facile igitur eſſet ex aequationibus (I. II. III. vel I. II. IV.), valores incognitos e, η, α deducere. Cum vero forſan praeferri mereantur obſeruationes in ſolo meridiano magnetico inſtitutae, has ſequenti modo nanciſcemur.

Factis obſeruationibus, quibus determinantur F et $\mathfrak{F}$ (4. 5) ſimiles obſeruationes inſtituantur ſub magnetiſmo acus inuerſo, quo caſu ille polus acus qui in (4) deorſum ſpectabat, iam ſurſum erit directus, vt videre eſt Figura XI. Haec conuerſio polorum acus magneticae, per ſtricturam illi contrariam, qua acus prius magnetiſata erat, operatio eſt vix vnius minuti temporis, et paucae ſtricturae plerumque ſufficient, hiſce polis magnetiſmum oppoſitum inducere, quod eo facilius quoque ſuccedere animaduerti, quo ſaepius iam poli acus conuerſi fuerint.

Sub hoc magnetiſmo acus inuerſo, ex Fig. XI. haud difficile eſt perſpicere, in formulis hactenus inuentis loco anguli η, iam ponendum eſſe complementum eius ad 180° adeoque $180° - \eta$.

Habebimus igitur iam ob $\gamma = 0°$ ex (§. XVII. 18)

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{\sin \alpha + e \sin (180° - \eta)}{\cos \alpha + e \cos (180° - \eta)}$$

$$\text{ſeu } \operatorname{tang} \varphi = \frac{\sin \alpha + e \sin \eta}{\cos \alpha - e \cos \eta}$$

Cum vero fieri poſſet, vt poli inuerſi non exacte eam acceperint quantitatem magnetiſmi, quam antea habebant, patet, iam quoque valorem ipſius e paululum forſan diuerſum eſſe ab illo quem prius habe-

habebat. Sit igitur ſub magnetismo acus inuerſo valor ipſius $e = \varepsilon$, eritque proprie

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{\sin \alpha + \varepsilon \sin \eta}{\cos \alpha - \varepsilon \cos \eta}$$

ſeu ſi angulum φ hoc caſu $= G$ obſeruauerimus

$$\operatorname{tang} G = \frac{\sin \alpha + \varepsilon \sin \eta}{\cos \alpha - \varepsilon \cos \eta} \quad \text{(V)}$$

et ſi acus fulcris ſuis ſitu inuerſo imponatur vt in (5)

$$\operatorname{tang} \mathfrak{G} = \frac{\sin \alpha - \varepsilon \sin \eta}{\cos \alpha - \varepsilon \cos \eta} \quad \text{(VI)}$$

10. Ex aequationibus I. II. V. VI. ſcilicet

$$\operatorname{tang} F = \frac{\sin \alpha + e \sin \eta}{\cos \alpha + e \cos \eta} \quad \text{(I)}$$

$$\operatorname{tang} \mathfrak{F} = \frac{\sin \alpha - e \sin \eta}{\cos \alpha + e \cos \eta} \quad \text{(II)}$$

$$\operatorname{tang} G = \frac{\sin \alpha + \varepsilon \sin \eta}{\cos \alpha - \varepsilon \cos \eta} \quad \text{(V)}$$

$$\operatorname{tang} \mathfrak{G} = \frac{\sin \alpha - \varepsilon \sin \eta}{\cos \alpha - e \cos \eta} \quad \text{(VI)}$$

deduci iam poſſunt valores incognitarum e, ε, η, α, ex cognitis per obſeruationem valoribus ipſorum F, G, $\mathfrak{F}$, $\mathfrak{G}$.

Sed me duntaxat reſtringo ad incognitam α, ex qua deducitur inclinatio vera vis magneticae $= 90° - \alpha$.

11. Aequationes I. II. per eliminationem quantitatis e, ſtatim praebent $\frac{\operatorname{tang} F \cos \alpha - \sin \alpha}{\sin \eta - \operatorname{tang} F \cos \eta} = \frac{\sin \alpha - \operatorname{tang} \mathfrak{F} \cos \alpha}{\sin \eta + \operatorname{tang} \mathfrak{F} \cos \eta}$ vnde per leuem calculum ſequitur

$$\operatorname{tang} \eta = \frac{(\operatorname{tang} F - \operatorname{tang} \mathfrak{F}) \sin \alpha}{2 \sin \alpha - (\operatorname{tang} F + \operatorname{tang} \mathfrak{F}) \cos \alpha}$$

12. Atque ſimiliter eliminando ε ex aequationibus V. VI.

$$\text{tang}\,\eta = \frac{(\text{tang}\,G - \text{tang}\,\mathfrak{G})\,\text{ſin}\,\alpha}{(\text{tang}\,G + \text{tang}\,\mathfrak{G})\,\text{coſ}\,\alpha - 2\,\text{ſin}\,\alpha}$$

13. Ex his binis valoribus pro tang η, in quibus breuitatis gratia ponatur

$$\text{tang}\,F + \text{tang}\,\mathfrak{F} = A$$
$$\text{tang}\,F - \text{tang}\,\mathfrak{F} = B$$
$$\text{tang}\,G + \text{tang}\,\mathfrak{G} = C$$
$$\text{tang}\,G - \text{tang}\,\mathfrak{G} = D$$

calculo admodum facili reperimus

$$2\,\text{tang}\,\alpha = \frac{A.D}{B+D} + \frac{B.C}{B+D}$$

in qua expreſſione quaelibet pars facile ope logarithmorum computatur.

14. Cum acus quaedam inclinatoria non permittat, vt ipſi Nonium adplicemus, quo ſuper limbo diuiſo anguli F, $\mathfrak{F}$, G, $\mathfrak{G}$, ſeu arcus reſpondentes e. gr. td Fig. VII. ad ſingula minuta definiri queant, partes minores graduum ope iudicii oculorum determinari debent. Cum vero in aeſtimatione eiusmodi, error complurium minutorum vix euitari poſſit, neceſſe eſt, vt e pluribus obſeruationibus vnius eiusdemque anguli medium arithmeticum ſumamus.

15. In qualibet ſingula harum obſeruationum acum ſemper de nouo fulcris ſuis impono, vt in illo medio arithmetico et illi errores quodammodo ſeſe deſtruant, qui ob aſperitates inſenſibiles cuſpidum axeos, quantumuis ceterum ope torni bene efformatarum, nihilominus locum habere poſſunt, cum impoſſibile ſit, pro quolibet angulo obſeruando cuſpides illas ſemper exacte iisdem punctis fulcrorum imponere, quod, ſi quoque fieri poſſet, nequidem conſultum eſſet, cum *errores conſtantes* exinde naſcerentur, qui, quam nociui forent determinationi exactae inclinationis verae vis magneticae, vix opus eſt, vt moneam.

16. Plerumque partes minores ſingulorum graduum limbi, commoditatis gratia duntaxat iuxta partes decimales aeſtimare, et pro quolibet angulo 10 obſeruationes inſtituere ſoleo.

17. Si acus in ſitu quodam obliquo e. gr. nt Fig. VII. a puncto infimo d diſtat arcu td verſus ſiniſtram reſpectu illius puncti, ſeu lineae verticalis a centro motus demiſſae bd, hunc arcum ſeu ipſi reſpondentem angulum F, G, etc. tanquam poſitiuum conſidero. Si vero acus in ſitu quodam verſus dextram lineae verticalis bd cadat, e. gr. ſi habeat ſitum mq, arcum qd ſeu angulum ipſi reſpondentem in calculo tanquam negatiuum ſpecto.

18. Ceterum facile patet in qualibet ſingula obſeruatione reſpici quoque poſſe ad arcus bn, bm, qui ipſis td, qd, aequales eſſe debent, caſu, quo diuiſio limbi exacta ſit, et axis acus per centrum limbi transeat. Vt acus debitis cautelis fulcris ſuis debeat imponi, ita vt in quacunque obſeruatione bene oſcillet antequam ad quietem peruenit, vis opus eſt, vt moneam. De aliis cautelis cognitis hic dicere ſuperfluum eſſe duco. Inſtrumentum, quod ego parandum curaui, ita ceterum eſt comparatum, vt ope ciſtulae parietibus vitreis inſtructae et ſuper baſin TV collocandae, limbus et acus inclinatoria caueri poſſint ab aditu aëris externi, ne acus inter oſcillandum vllo modo perturbari poſſit a motu in aëre forſan obuio, praeſertim ſi obſeruationes in aëre libero inſtituantur.

§. XX.

Methodum traditam iam exemplis quibusdam illuſtrabo.

Exempl. I. Die 2. Martii a. c. ope acus inclinatoriae ad modum §. X. conſtructae, collocato limbo inſtrumenti in meridiano magnetico Gottingenſi, omni qua potui cura, ſequentes obſeruationes inſtitui.

Acus fulcris ſuis (Fig. VII.) debite impoſita, poſitionem nt aſſumebat, qua polus eius borealis t verſus ſiniſtram perpendiculi bd

bd a puncto infimo d, cui perpendiculum exacte respondebat, distabat arcu td, quem repetitis obseruationibus iuxta methodum (§. XIX. 15 etc.) institutis reperi esse

td = 56°, 4
56, 1
57, 0
56, 2
57, 0
57, 3
57, 0
57, 2
56, 1
57, 3

Sumto medio ex his decem obseruationibus, quarum summa est 567°, 6, habetur arcus td seu angulus F ipsi respondens = 56°, 76 = 56°. 45′. Acu iam fulcris suis situ inuerso imposita (§. XIX. 5.) ostendebat positionem mq Fig. VII. qua polus borealis acus iam in q ad dextram perpendiculi bd cadebat, a puncto infimo d distans arcu qd, qui similiter ex decem obseruationibus inueniebatur = 32°. 13′ = mensurae anguli $\mathfrak{F}$, qui vero hic negatiue est sumendus (§. XIX. 17). Erit igitur $\mathfrak{F} = - 32°. 13′$.

Iam magnetismus acus inuertebatur et sub hoc magnetismo inuerso inueniebam

$$G = 50°. 12′; \quad \mathfrak{G} = - 28°. 10′$$

similiter ex decem obseruationibus.

Iuxta formulam (§. XIX. 13.) traditam iam habemus,

	tang F = 1,5252;	tang G = 1,2002
	tang $\mathfrak{F}$ = - 0,6301;	tang $\mathfrak{G}$ = - 0,5354
Adeoque	A = 0,8951;	C = 0,6648
	B = 2,1553;	D = 1,7356

$$B + D = 3,8909$$

 Hinc

Hinc $2 \cdot \tang \alpha = \frac{0,8951 \cdot 1,7356}{3,8909} + \frac{2,1553 \cdot 0,6648}{3,8909}$

log 1,7356 = 0,23944		log 2,1553 = 0,33350	
log 0,8951 = 0,95187 — 1		log 0,6648 = 0,82269 — 1	
1,19131 — 1		1,15619 — 1	
log 3,8909 = 0,58994		 0,58994	

$\log \frac{AD}{B+C} = 0,60137 - 1$; $\log \frac{BC}{B+D} = 0,56625 - 1$

Quibus logarithmis refpondent numeri

0,39931 ; 0,36835

quorum fumma = 0,76766 divif. per 2 praebet

$\tang \alpha = 0,38383$

Hinc $\alpha = 21^\circ. 0'$, adeoque inclinatio vera vis magneticae, feu acus inclinatoriae $= 90^\circ - \alpha = 69^\circ. 0'$.

Exempl. II. Cum alia acu reperi

F = 54°. 22′; 𝔉 = — 32°. 0′

G = 55 . 0 ; 𝔊 = — 33 . 20

Hacc acus melius iuftificata erat, quam prior, cum valores ipforum F, G non adeo a fe inuicem differant, quam in acu priori, atque idem quoque de valoribus ipforum 𝔉 et 𝔊 valeat. Generatim enim patet, cafu, quo acus iuxta modum §. XII. exacte iuftificata fit, h. e. fi in aequationibus (XIX. 10.) accurate fit $\eta = 90^\circ$, valores ipforum F et G, ficut et ipforum 𝔉 et 𝔊 fibi inuicem aequales effe futuros, dummodo fecuri effe poffimus, valores ipforum e et ε, a magnetismo acus pendentes (§. XVII. 17. §. XIX. 9.) prorfus quoque effe eosdem, quod vero fummo rigore nequit affirmari.

Calculum iuxta formulam (§. XIX. 13.) peragendo, inuenietur

$\alpha = 21^\circ. 3'$

adeoque inclinatio vis magneticae $= 90^\circ - \alpha = 68^\circ. 57'$, a fuperiori determinatione tribus duntaxat minutis differens.

Exempl.

Exempl. III. Die 28. Martii reperiebam cum tertia quadam acu

$$F = 33^\circ.\ 52';\quad \mathfrak{F} = 3^\circ.\ 54'$$
$$G = 34^\circ.\ 7';\quad \mathfrak{G} = 4^\circ.\ 32'$$

E quibus datis hic omnibus poſitiuis deducitur $\alpha = 20^\circ.\ 31'$ adeoque pro hac die inclinatio acus magneticae $= 69^\circ.\ 29'$.

Ita pro *menſe Martii* huius anni *inclinationem mediam acus magneticae* in meridiano magnetico Gottingenſi ponere poſſumus $= 69^\circ.\ 14'$.

§. XXI.

Ita iuxta noſtram methodum cum qualibet acu in praxi obuia, determinari poteſt vera inclinatio vis magneticae, dummodo acus ita ſit comparata, vt in quacunque obſeruatione ſat viuide oſcillet, et non niſi multis oſcillationibus peractis ad quietem perueniat: ſi hac perfectione gaudet, parum nos intereſt ſcire, an ante magnetiſationem perfecte aequilibrata fuerit nec ne, vel ſi iuxta noſtram methodum conſtructa ſit, an illam exacte iuſtificauerimus nec ne, id quod cuilibet obſeruatori haud ingratum eſſe exiſtimamus. Interim tamen ob alias rationes haud congruum eſſet, acubus vti, quae prorſus neque aequilibratae neque iuſtificatae eſſent. Verum id commodi noſtra habet methodus, vt in hiſce negotiis minus anxios nos eſſe permittat, et ſi forte impoſſibile ſit deprehenſum, acui ſummam perfectionem tribuere, illa nihilominus ad detegendam inclinationem veram vis magneticae adhiberi poſſit.

§. XXII.

Si acum cogitemus perfecte aequilibratam, illa ſtatim ad veram inclinationem vis magneticae ſeſe componere deberet, ita vt loco angulorum F et G, vel quoque $\mathfrak{F}$ et $\mathfrak{G}$, ſtatim angulum ipſum α nanciſceremur (§. XVIII. 2). In exemplis § praec. allatis anguli

F,

F, G valde differunt a valore ipſius α, quia acus adhibui, in quibus centra grauitatis et motus inſignem a ſe inuicem diſtantiam habebant. Si acu lubeat vti, ad modum Fig. VI. §. X. 2. conſtructa, effici poteſt, vt illa centra plus minusve a ſe inuicem diſtent, atque hoc caſu, cognito iam circiter angulo α, ſphaerulae x et y in ea a ſe inuicem diſtantia collocari poſſunt, vt anguli F ſeu G propius accedant ad angulum α e. gr. in exemplo III. Ita eiusmodi acui non ſolum proprium aliquod momentum commodiſſime impertitur, quo vividius oſcillat, ſed cum propius iam ſe quoque ad veram inclinationem vis magneticae ipſius ſeſe componat, forſan etiam praeferri meretur aliis, in quibus momentum rotationis ab illa excentricitate oriundum, momentum vis magneticae ipſius nimium forſan excederet.
